

CLIPPEDIMAGE= JP403155176A

PAT-NO: JP403155176A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 03155176 A

TITLE: MANUFACTURE OF LAMINATED PIEZOELECTRIC ELEMENT

PUBN-DATE: July 3, 1991

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

KOMEICHI, SHIGEKI

HAYASAKA, TAMIO

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

TOYOTA MOTOR CORP

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP01293859

APPL-DATE: November 14, 1989

INT-CL (IPC): H01L041/09

US-CL-CURRENT: 29/25.35

ABSTRACT:

PURPOSE: To enable an end face of an internal electrode which is exposed at every other layer to be insulated onto the side surface of a piezoelectric body easily and without any need for accuracy, improve productivity, and reduce cost by laminating a piezoelectric material and an electrode plate alternately so that a protrusion of the electrode plate may be in opposite direction at every other layer, by covering the entire piezoelectric laminated layer with a thin-film sheet, and by heating this sheet closer to a softening point for adhesion onto the side surface of the laminated body.

CONSTITUTION: A plurality of piezoelectric plates 1

consisting of a piezoelectric material and a plurality of metal electrodes 2 which are in the same shape and are equipped with a protrusion 2a for external lead-out are laminated to enable a laminated body 4 to be produced so that the protrusion 2a may protrude to the opposite side at every other layer. The outside of a protrusion which protrudes to both sides of this laminated body is covered with a thin-film sheet 5 made of an insulation material, thus covering the entire side surface of the laminated body. Then, the sheet 5 is heated closer to a softening point, thus enabling the sheet to be adhered to the side surface of the laminated body. Then, each conductive external electrode 7 is bridged to the outside of the protrusion 2a which is located at the same side of the laminated body 4 and each protrusion is sandwiched from the outside by this external electrode 7, thus enabling the external electrode to be joined to each protrusion electrically.

COPYRIGHT: (C)1991,JPO&Japio

⑫ 公開特許公報(A)

平3-155176

⑤ Int. Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

⑬ 公開 平成3年(1991)7月3日

H 01 L 41/09

7454-5F

H 01 L 41/08

S

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全6頁)

⑭ 発明の名称 積層型圧電素子の製造方法

⑰ 特 願 平1-293859

⑱ 出 願 平1(1989)11月14日

⑲ 発 明 者 古 明 地 繁 樹 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
⑲ 発 明 者 早 坂 民 雄 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
⑲ 出 願 人 トヨタ自動車株式会社 愛知県豊田市トヨタ町1番地
⑲ 代 理 人 弁理士 青 木 朗 外4名

明 細 書

1. 発明の名称

積層型圧電素子の製造方法

2. 特許請求の範囲

圧電材料からなる圧電板と、これと同形状でかつ外部引き出し用の突起を備える金属電極とを、前記突起が一層おきに反対側に突出するように複数枚積層して積層体を作る段階と、

この積層体の両側に突出する前記突起の外側を、絶縁材料製の薄膜シートで包んで積層体の側面全体を覆う段階と、

前記シートを軟化点近くまで加熱し、前記シートを積層体の側表面に付着させる段階と、

前記積層体の同じ側にある前記突起の外側に、それぞれ導電性の外部電極を掛け渡し、この外部電極で各突起を外側から挟んで外部電極と各突起とを電氣的に接合する段階と、

により積層型圧電素子を製造することを特徴とする積層型圧電素子の製造方法。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は積層型圧電素子の製造方法に関し、特に、一層おきに突起が同じ側に突出する金属電極の突起部以外の部分を簡単に絶縁することができる積層型圧電素子の製造方法に関する。

〔従来の技術〕

積層コンデンサ構造をとる圧電素子は低電圧で大きな歪みを発生する優れたアクチュエータである。このため、微細加工を行う半導体等の各種電子部品の製造装置や、微小な位置決めを必要とする光学装置等にこの圧電アクチュエータが用いられている。また、このような圧電素子と電極板とを交互に積層し、各層の上下に位置する電極をそれぞれ異なった電圧源に接続して、発生させる歪みを大きくした積層型圧電アクチュエータも実用化されており、近年ではドットブリント用ヘッド等の制御部品にもこの積層型圧電アクチュエータが使用されるようになってきている。

ところで、積層型圧電アクチュエータは前述のように一層おきに電極を同じ電源に接続するために、同じ電源に接続される2つの電極板（あるいは電極層）の間に位置する他の電源に接続される電極板（あるいは電極層）の端部を、短絡防止のために絶縁する必要がある。

第11図は実開昭64-39665号公報に示された従来の絶縁方法を示すものである。図において11はセラミックス層、12は内部導電体層であり、交互に積層されている。この例の積層型圧電体では金属電極板は使用されていない。そして、対向する2つの側面に露出している内部導電体層12は一層おきにガラス絶縁層16によって絶縁されており、外部電極17が絶縁された内部導電体層12に接触しないように両面に取り付けられている。19はこの外部電極17を電源に接続するリード線、18はそのはんだ付部を示している。また、内部導電体層（内部電極）の側面端部を一層おきに合成樹脂にてこれと同様の絶縁処理をし、その上から外部導電層（外部電極）を形成したも

のとしては特開昭59-128683号公報に開示があり、更に、ガラスフリットで圧電素子の側面を盛り上げ、溝部に位置する内部電極の露出部を一層おきに絶縁剤で埋める例が特開昭61-234579号公報に示されている。

一方、これらとは別の方法として、圧電素子より受圧面積の少ない金属板を圧電素子間に挟み込み、金属板が外部引き出し用の突起を除いて圧電素子の側面に露出しないようにして絶縁を図るものもある（例えば実開昭60-42791号公報参照）。

〔発明が解決しようとする課題〕

ところが、従来の積層型圧電素子の側面の内部電極の露出部分を一層おきにガラス等の絶縁体でシールする方法は、内部電極が上述のように印刷タイプであるにせよ、金属板を挟み込むタイプであるにせよ、複雑で高精度の絶縁行程が必要であり、生産性が悪くなってコストが上昇するという問題がある。また、圧電素子よりも受圧面積の小さい金属板を圧電素子間に挟む方法は、金属板の

外周部付近の圧電素子に応力が集中し、圧電素子に細かいひび割れが生じるという問題がある。

本発明は前記従来の積層型圧電素子における複雑で高精度の絶縁処理行程の課題を解消し、内部電極として圧電素子と同形状の金属板を使用し、外部電極との接続はこの金属板に設けられた突起を介して行うタイプの積層型圧電体において、圧電体の側面に一層おきに露出する内部電極の端面を容易にかつ精度を必要とすることなく絶縁することができ、生産性を向上させてコストを下げることを目的としている。

〔課題を解決するための手段〕

前記目的を達成する本発明の積層型圧電素子の製造方法は、圧電材料からなる圧電板と、これと同形状でかつ外部引き出し用の突起を備える金属電極とを、前記突起が一層おきに反対側に突出するように複数枚積層して積層体を作る段階と、この積層体の両側に突出する前記突起の外側を、絶

縁材料製の薄膜シートで包んで積層体の側面全体を覆う段階と、前記シートを軟化点近くまで加熱し、前記シートを積層体の側表面に付着させる段階と、前記積層体の同じ側にある前記突起の外側に、それぞれ導電性の外部電極を掛け渡し、この外部電極で各突起を外側から挟んで外部電極と各突起とを電気的に接合する段階とからなることを特徴としている。

〔作用〕

本発明の積層型圧電素子の製造方法では、まず、圧電材料と電極板とが、電極板の突起が一層おきに反対向きになるように交互に積層されて圧電積層体が作られる。そして、この圧電積層体全体が絶縁材料製の薄膜シートで覆われ、このシートは軟化点近くまで加熱されて積層体の側表面に付着する。この時、電極板の突起には極小厚の薄膜シートが付着しているか、或いは突起は薄膜シートを突き破って露出した状態にある。この後、同じ側にある前記突起が導電性の外部電極で挟まれて

電氣的に接合される。

(実施例)

以下添付図面を用いて本発明の積層型圧電素子の製造方法の一実施例を詳細に説明する。

圧電積層体を製造する時は、チタン酸ジルコン酸鉛 $Pb(Ti_xZr_{1-x})O_3$ ($x=0.4 \sim 0.6$ でモル比を示す) を主成分とする圧電材料仮焼粉末に、微量の有機バインダを添加し、これを有機溶媒中に分散させたスラリーをまず準備する。そして、通常の積層セラミックコンデンサの製造に使用されるキャストイング製膜装置により、このスラリーをマイラフィルム上に600 ミクロンの厚さに塗布して乾燥させる。続いてこれをフィルムから剝離し、圧電材料グリーンシートを製造する。

このグリーンシートを所定の大きさ、例えば、直径30mmの円形に切って第1図に示すような均一寸法の圧電板1を作る。更に、この圧電板1と同形状の内部電極2を金属板を用いて形成する。この内部電極2には外部引き出し用の突起2aを設

けておく。そして、これら圧電板1と内部電極2とを交互に、内部電極2の突起2aが互い違いに反対側に突出するように所定枚数、例えば40枚積層し、一番上と下には圧電体からなるシム3を積層する。積層した圧電板1および内部電極2は熱プレスにより圧着一体化し、その後500℃でバインダを飛散させて第2図に示すような内部電極間距離500 ミクロンの圧電積層体4を作る。

次に圧電積層体4を横向きに置き、内部電極2の突起2aの一方を上向きにする。この状態で絶縁材料、例えば合成樹脂からなる薄膜シート5を上方から近づける。薄膜シート5は第3図に示すように、把持部材6により薄膜シート5が圧電積層体4の突起2aに触れるまでは軽く薄膜シート5を拘束する。その後、薄膜シート5を把持部材6から放し、内部電極2の突起2aに過大な力を加えることなく薄膜シート5を圧電積層体4に被せる。薄膜シート5の最終端は接着剤により圧電積層体4の側面に仮止めする。

この後、圧電積層体4をひっくり返し、反対側

の突起2aを上向きにする。そして、この状態で同じ薄膜シート5を上方から近づける。薄膜シート5は第4図に示すように、把持部材6により薄膜シート5が圧電積層体4の突起2aに触れるまでは軽く薄膜シート5を拘束する。その後、薄膜シート5を把持部材6から放し、内部電極2の突起2aに過大な力を加えることなく薄膜シート5を圧電積層体4に被せる。薄膜シート5の最終端で、先に圧電積層体4の側面に仮止めされている薄膜シート5に重なる部分は、高周波シーム溶接等で接着する。

第5図は以上のような行程で作られた圧電積層体4の断面を示すものである。なお、第5図における圧電板1の積層枚数は説明のため実際の積層枚数よりも遥かに少なく描いてある。薄膜シート5は内部電極2の突起2aにより圧電積層体4の側面にテントのように張られた状態となる。

この状態において、薄膜シート5に加わる力が殆ど0で済むように薄膜シート5を軟化点近くまで加熱する。この加熱温度は一般に百数十℃程度

である。なお、この時、圧電積層体4側を加熱しても良い。更に、高周波加熱で金属部分、即ち、内部電極2および突起2aを集中的に加熱すると効果が顕著に出る。

加熱によって軟化した薄膜シート5は、次第に圧電積層体4の表面に付着する。この時、内部電極2の突起2aによって保持されていた薄膜シート5は、軟化により延ばされ、第6図に示すように極めて薄くなって(数ミクロン以下)突起2aに付着するか、或いは、第7図に示すように部分的に敗れて突起2aが薄膜シート5の外部に露出するようになる。

この後、ステンレス系の材料で作られた細い板状の外部電極7を、突起2aの外方にそれぞれ置き、この外部電極7の突起2aの両側を強い力で押圧し、外部電極7で突起2aを第9図に示すように挟み込む。この時、突起2aを覆う薄い薄膜シート5は外部電極7により押し退けられるので、外部電極7と突起2aとは接触するが、外部電極7で突起2aを挟む時に高周波で加熱しながら挟

み込んだ突起2aの近傍の薄膜シート5を溶かしつつ行えば、突起2aと外部電極7との接合はより確実なものとなる。また、外部電極7を強度の大きい材料で作し、その内側に第8図に示すような尖った突起7aを設けておけば、この突起7aが突起2aに食い込むので外部電極7と突起2aとの接合が確実なものとなる。そして、挟み込んだ外部電極7を抵抗加熱によりスポット溶接して外部電極7と突起2aとを電氣的に接合する。

第10図は以上のような積層型圧電素子の製造方法により作られた圧電積層体4の全体構成を示すものである。内部電極2の突起2aを連絡する外部電極7は、この後、リード線8により異なった電源に接続される。この図から分かるように、圧電積層体4はその外表面のほぼ全域が2枚の薄膜シート5によって覆われているので、内部電極2の突起2aの根元付近が確実に絶縁される。従って、2個の外部電極7は反対側の極性を持つ内部電極2の端部に接触せず、短絡の恐れは全くない。

〔発明の効果〕

以上説明したように、本発明の積層型圧電素子の製造方法によれば、内部電極として圧電素子と同形状の金属板を使用し、外部電極との接続はこの金属板に設けられた突起を介して行うタイプの積層型圧電体において、圧電体の側面に一層おきに露出する内部電極の端面を容易にかつ精度を必要とすることなく絶縁することができ、生産性を向上させてコストを下げるができるという効果がある。

4. 図面の簡単な説明

第1図から第9図は本発明の積層型圧電素子の製造方法の工程を示す図であり、第1図は圧電積層体の製造工程図、第2図～第4図は圧電積層体を薄膜シートを覆う工程図、第5図は薄膜シートで覆われた圧電積層体の断面図、第6図及び第7図は第5図の状態から加熱した時の薄膜シートの様子を示す部分断面図、第8図及び第9図は第6図または第7図の状態の突起に外部電極を取り付ける工程を示す図、第10図は本発明の製造方法

により製造された積層型圧電素子の全体構成を示す側面図、第11図は従来の内部電極の絶縁方法を示す斜視図である。

1…圧電板、2…内部電極、2a…突起、
3…シム、4…圧電積層体、5…薄膜シート、
7…外部電極、8…リード線。

特 許 出 願 人

トヨタ自動車株式会社

特 許 出 願 代 理 人

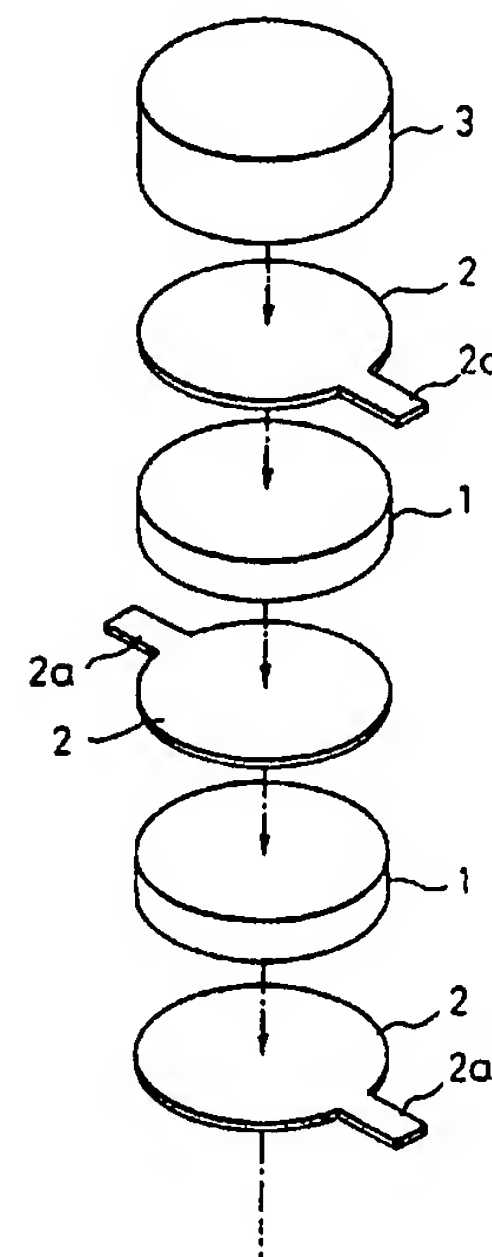
弁理士 青 木 朗

弁理士 石 田 敬

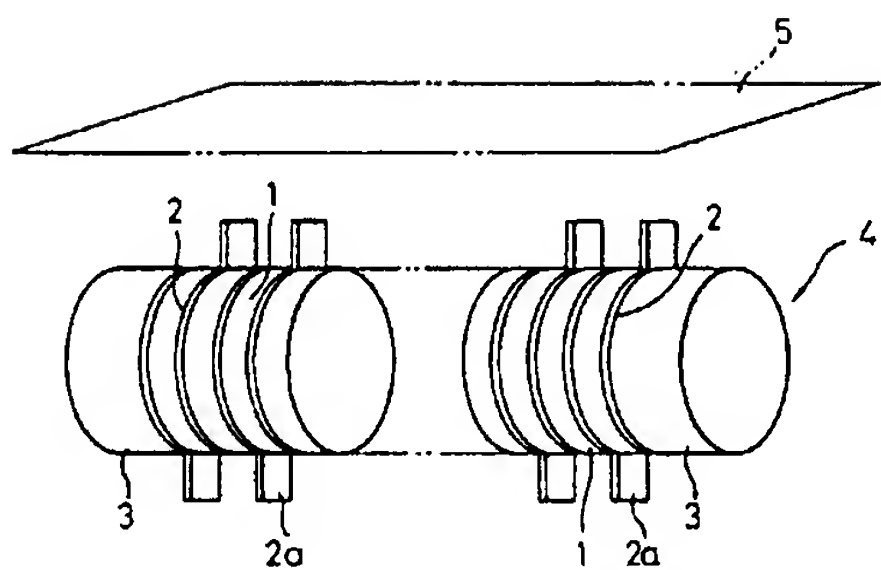
弁理士 平 岩 賢 三

弁理士 山 口 昭 之

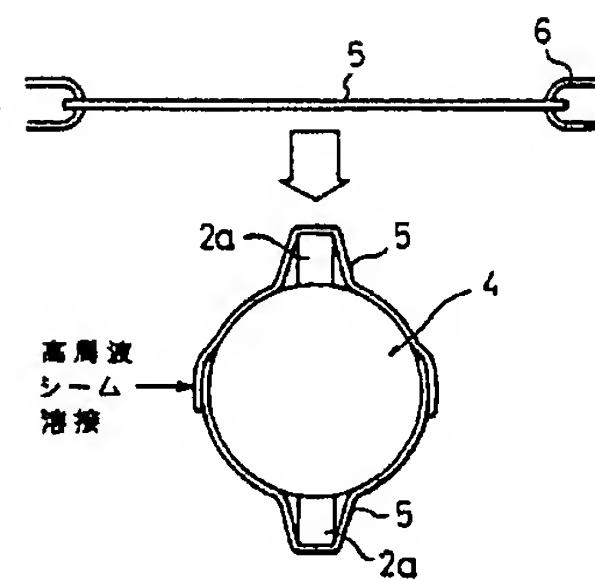
弁理士 西 山 雅 也



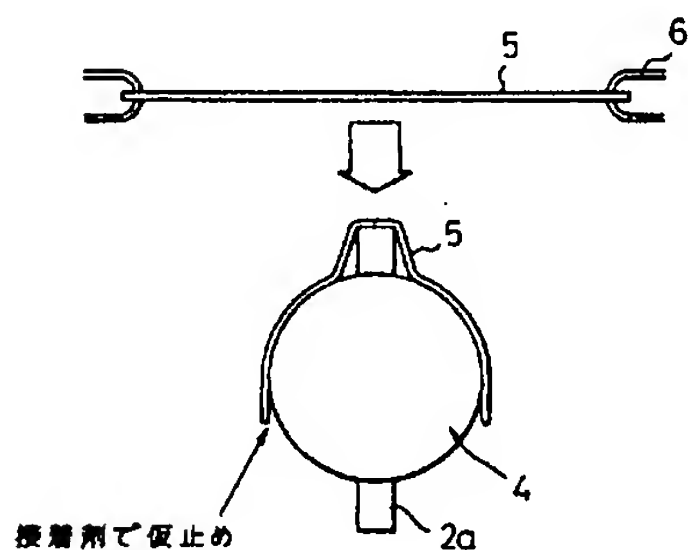
第 1 図



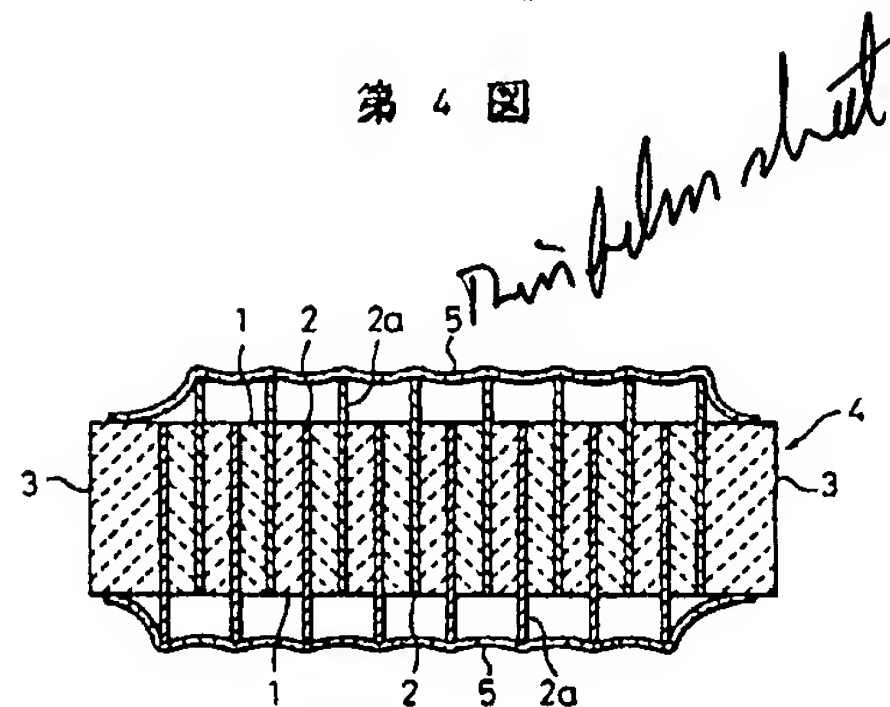
第 2 図



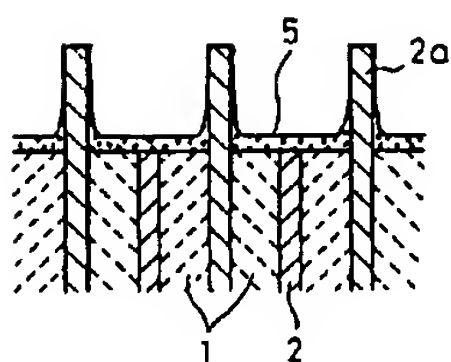
第 4 図



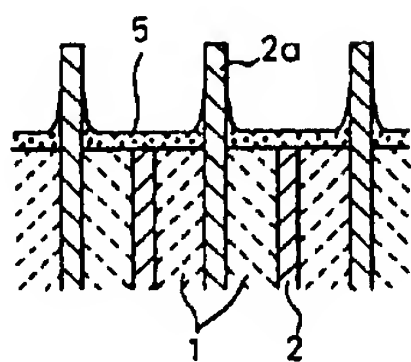
第 3 図



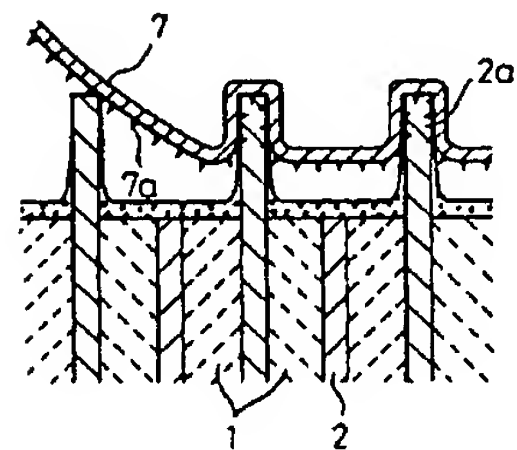
第 5 図



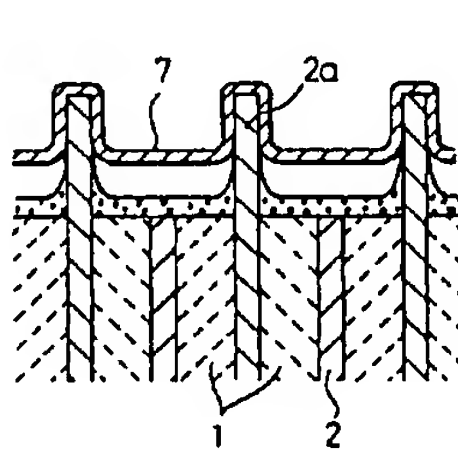
第 6 図



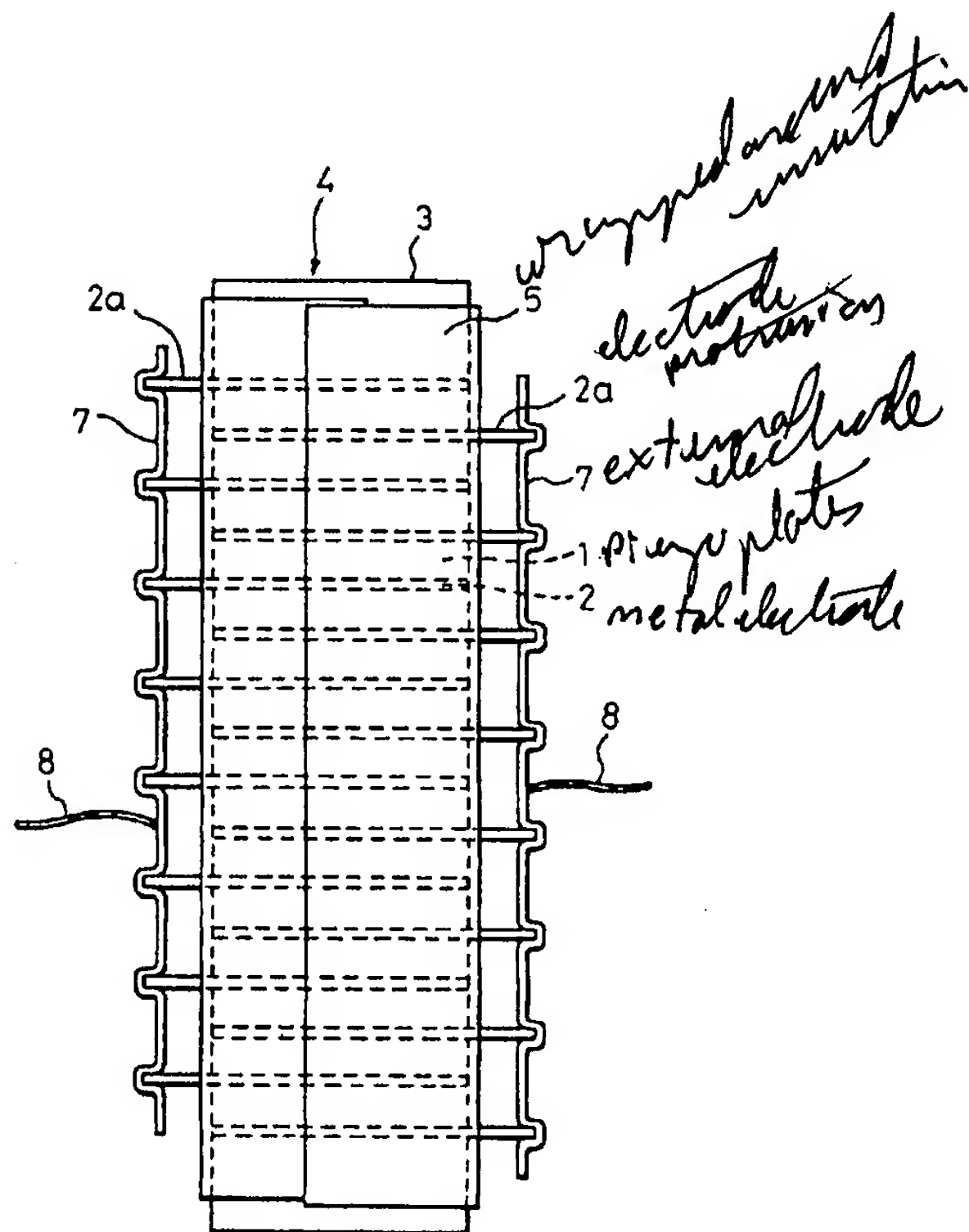
第 7 図



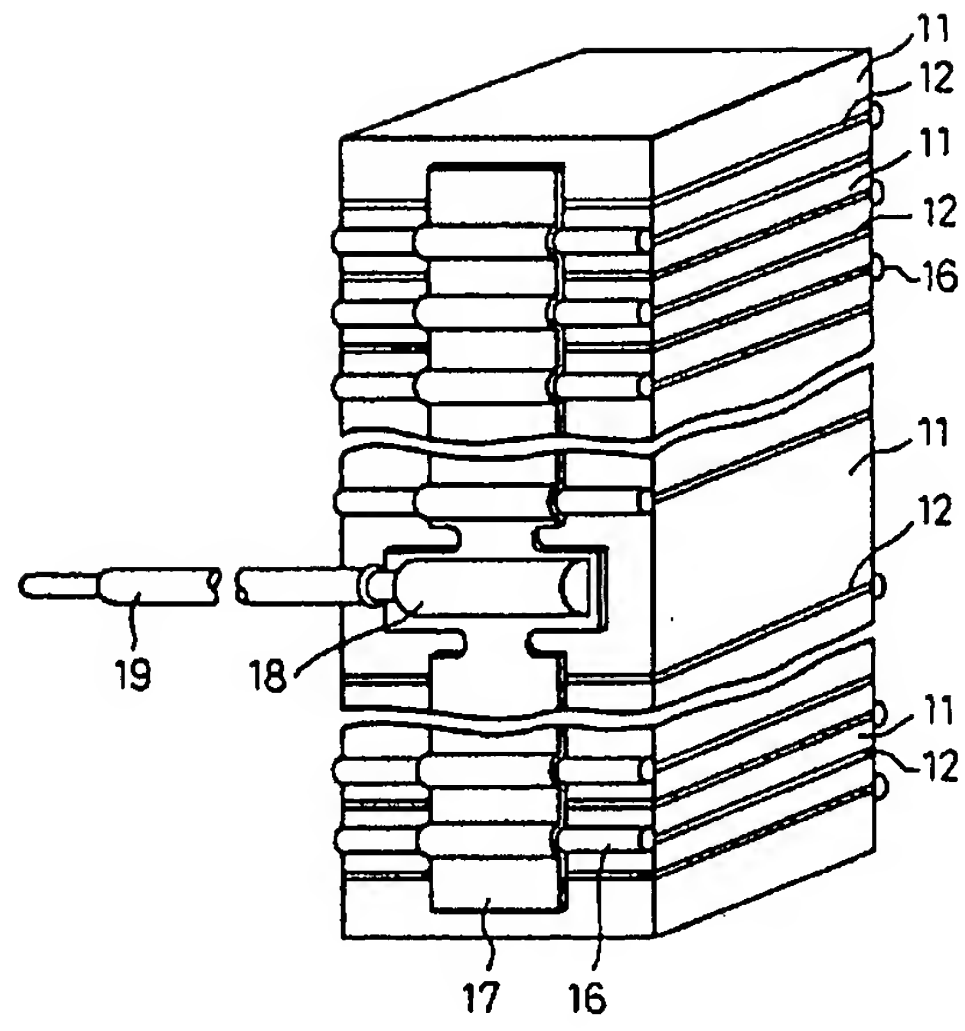
第 8 図



第 9 図



第 10 図



第 11 図